標準化の動きによって恩恵を受けるLED照明業界

ジエンジョーン・ジアオ

米国で既に実施されているLED照明標準にとって業界からの情報提供は貴重なフィードバックとなっているが、同時にさらなる標準化への努力も継続されている。

今年になって多くの経済回復の兆しが見られたことで、LED照明業界は強固な足場を築き、収益を拡大させ、同時にLED製品の知識を広め、幅広く受け入れられるよう努力を重ねてきた。LED照明の市場浸透が進むことにより、業界の標準化コミュニティには、この技術のユーザから直接、貴重なフィードバックが提供される。これによって、様々な組織が既存の標準を見直しながら、新しい標準を常に検討し、LED照明製品を開発して使用するにあたってのベストプラクティスを規定する。この記事では、昨年LEDs Magazineに掲載された2本の標準に関する記事以降の米国における標準化の進捗を述べる（Linksを参照）。

LED照明製品の寿命

2008年10月にIESNA（北米照明学会）がLM-80（LED光束維持率試験規格）を制定した。LM-80の目的はLEDパッケージ、アレイとモジュールを含むLED光源の光束維持率の試験方法を一律化することである。このことによって、様々な実験室の試験結果を比較することができるようになる。LM-80はどのようなデータが報告されなければならないかをリスト化しているが、データの表示方法、使用する器具、試験の回数などは記載していない。

LM-80規格が使用されるようになって1年以上経過した経験から、その影響を分析するための根拠やデータが得られるようになった。LEDユーザは、次第に、LM-80に明記してあるように、最

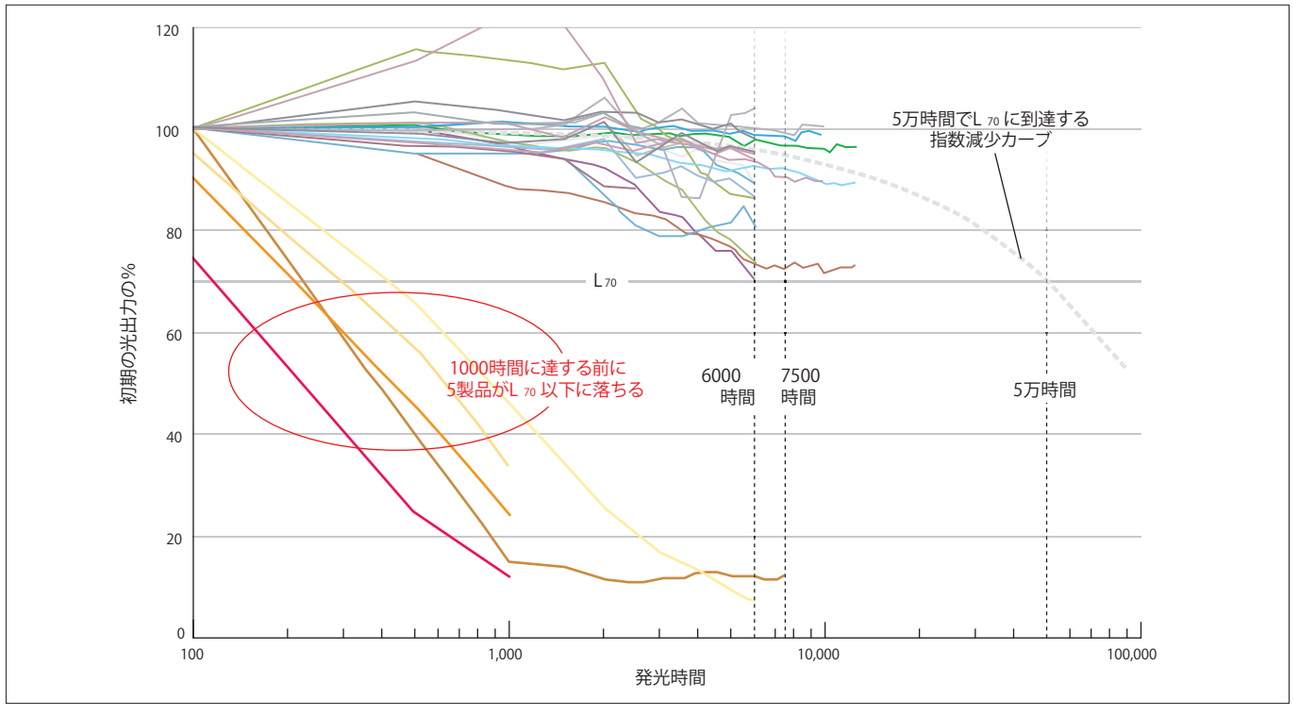

図1　第9ラウンド報告書のスポット照射計測に基づいた26CALiPER照明器具と交換用ランプの長期にわたる光束劣化。

初の数千時間の試験でのLEDの光束劣化現象から、はるかに長いL70寿命を予測することはできないことに気付き、それを認識するようになってきている。L70とは光出力が最初の値の70%までに落ちるまでにかかる時間のことである。

同時に、多くのLED照明製品が国際エネルギースター（Energy Star）プログラムの認定を受けている。照明機器のエネルギースター条件（SSL vl.1）は6000時間後に達成できなければならない光束維持率の閾値を（試験手順を記すLM-80と比較して）明確に規定している。

この1年間、標準委員会はLM-80の試験手順を通して得られるデータを推定して光束維持性能の寿命を（時間の単位で）予測できるような一般的な数学モデルを作る努力をしてきた。いくつかのモデルやアプローチが提案されたが、LEDの性質上、コンセンサスを得ることはできなかった。しかし、LED照明の製品寿命は消費者にとってもエネルギースター適格基準の認定にとっても非常に重要な用件である。

CALiPER 試験

米国エネルギー省（DOE）CALiPER（商業的に実用可能なLED製品の評価と報告）プログラムは、照明器具の光束劣化データの収集を続け、2009年10月に発行された第9ラウンド報告書では現在のSSL照明器具寿命の試験結果の全体像を報告している（www.ssl.energy.gov/caliper.html）。もっとも信憑性のある情報は図1にまとめている。

CALiPERの結果が示すのは、LEDの光束値にとって、6000時間の出力では、それよりもはるかに長い光束維持（L70）寿命を予測することはできないということである。エネルギースターが唯一厳格に設定した6000時間での閾値に満たない多くの製品でも、十分な性能を持ち、必要とされるL70寿命を超える可能性がある。これらの結果はLEDメーカーの主張やクレームと一致する。さらに、CALiPERによるといくつかのSSL製品は1000時間もしくはそれ以下で光束出力が70%以下に下がったという。このことも大手LEDメーカーが実施した認定試験の結果と一致す

る。これらの認定試験は「加速寿命試験」として知られ、様々なパワーレベルや究極の温度や湿気などの厳しい条件がLEDに加えられる。この試験によって設計や製造の欠陥が分かるため、製品の発売前に実施されることが多い。もしLEDが指定の光束維持寿命によって設計／製造され、試験に通ったとしたら、光束維持率は保障されるはずだ。

標準委員会では加速寿命試験を導入するように勧めることを検討した。CALiPER試験にあるとおり、L70を1000時間達成できなかったSSL製品は、認可試験や加速寿命試験を通ることはないと思われる。

同じように、将来はLED照明器具の中のすべての部品それぞれを加速試験で確認し、統合されたシステムの性能や寿命の予測が十分にできるようになるかもしれない。

定格寿命

標準委員会で他に議論されている課題は光束維持率（Lxx）が定格寿命（Bxx）にどう影響するかであり、Lxx/Bxxをどのように定義するかである。今度の国際電気標準会議（IEC）の標準や他の米国標準がより細かな定義を提供するかもしれない。

これまでは、Bとは完全故障を考慮に入れた、統計学的な寿命を意味していた。例えば、「白熱電球は1000時間のB50寿命を持つ」と言えば、50%の電球が1000時間できれてしまうということである。標準委員会では、例えば3万時間経過後のL70/B50のLED定格寿命は元の値の70%の光束出力があるということで基本的なコンセンサスが得られている。突発故障（LEDの熱焼損）は含まれているが、試算では区別されていない。

機能付き／装飾照明

世界中の標準委員会がLED照明製品の省エネと性能に基づく標準の制定を検討している。発光効率のエネルギー効率を測定するルーメン毎ワット（lm/W）が、エネルギースターの基準を満たす照明製品の最初の条件として使用されることが多い。しかし、照明器具は装飾性の高い形状が多いため、特に住宅照明では、省エネを認定するためのより実践的なアプローチが必要となるかもしれない。

IECにおいては、委員会は照明をプロ使用照明と一般消費者使用の照明の大きく二つに分類しようと考えている。米国ではNEMA（全米電気機器製造業者協会）とALA（米国照明協会）が2009年8月にLSD-51（www.ledsmagazine.com/news/6/9/7）という白書を共同で発行し、その中に機能性照明と装飾的照明の認定ガイドラインの提案が含まれている。

ガイドラインの方針は、省エネとそれに関係した性能においては2段階の認定システムを持つこと。一般的に照明器具が機能付きと分類され、光を提供することが主目的であれば、認定は照明器具レベルで行うことが提案されており、照明器具自体がエネルギースターの認定を受けることができる。作業照明が機能性照明器具のよい例である。

しかし、もし照明器具が装飾機能を持ち、それがユーザの希望する光の見え方に影響するのであれば、認定はLEDランプかLED照明エンジンなどの光源レベルで行われるべきである。こういった場合、エネルギースターの認定ラベルは、照明器具にではなくランプに付けられなければならない。

SSLエネルギースタープログラムは2010年8月よりLEDランプにも適用が広がった（www.ledsmagazine.com/news/6/12/4）。SSLバージョン1.1プログラム条件の分類Aにリストされた照明器具に加え、どういった照明器具に組込まれているのかに関係なくLEDランプはエネルギースターが認定できるようになった。この2段階のエネルギースター認定プロセスによって、LED照明製品の省エネ可能性の理解を広めることができる。

LED照明の色の質

蛍光灯照明はCCT（相関色温度）の値によって標識されており、ユーザに照明がどの程度の「白さ」かという情報を提供している。目標のCCT値の公差もしくは誤差は、電球型蛍光灯（CFL）のための米国標準協会（ANSI）基準のなかの4段階マクアダム楕円として設定され、CFLエネルギースタープログラムでは7段階マクアダム楕円として設定された。

2008年初頭にはANSI C78.377が制定され、それによって一般的な照明アプリケーションにおけるLED製品の色度の領域を指定し、消費者に白色照明の色度が明瞭に伝わるようにした。蛍光灯照明を参考に、色変化の公差がオリジナルの7段階マクアダム楕円を使って定義された。過去2年間、C78.377をSSL色度標準として使用したところ、誤認や誤解が生じたケースがいくつかあった。

ANSI C78.377とCCTの条件

C78.377ではSSL製品の白色照明の色度を特定するために二つの方法を推奨している。一つの方法は、8段階の公称CCT（2700K、3000K、3500K、4000K、4500K、5000K、5700K、6500K）から選択するもの。もう一つの方法では、例えば3200Kや3700Kなど100K毎にどのようなCCTを選ん

でもよい。さらに、勧めるすべてのCCTは室内照明用のみである。

一方、エネルギースタープログラムは、住宅埋め込み型、天井型／ペンダント型ダウンライトには2700K、3000K、3500Kを、他のすべてのタイプのLEDランプには2700K、3000K、3500K、4000KのCCTの値を指定する。したがって、ANSI標準を満たす3200Kの照明器具はエネルギースターの認定を受けることはできない。

ANSI C78.377と色の均一性

C78.377におけるCCT公差は7段階マクアダム楕円に基づいているため、同じ公称CCTを持つSSL製品はC78.377に書かれているとおり、同じCCT四角形に属しても、明らかに色が異なることがある。これはエネルギースタープログラムにおいても同様である。

LED照明メーカーは製品の色のバリエーションをコントロールしたり、3段階マクアダム楕円に制限したり、色の公差をより厳しくしたりすることができる。結果として、あるLEDメーカーの同じ製品タイプでは色はすべて似通う可能性がある。しかし、この同じ製品を同じ公差と同じCCTの目標値を持つ他のLEDメーカーのものと比べると、色が明らかに異なる場合がある。したがって、同じANSI色度標準もしくは同じエネルギースターの認定基準を満たすSSL製品であっても、すべての場合で共通した色を持つとは言えない。さらに、同じCCT番号が記された異なるメーカーの製品は色という点については全く違って見えることもある。

ANSI C78.377 と色の支持

ANSI C78.377は、室内用LED照明製品の色空間の色度領域の推薦をしている。この領域は既存のCFL照明製品とLED製造性に基づいて選ばれた。知覚される色は主観的な場合もあるため、ANSIの色領域以外の色は受け入れられないという意味ではなく、中には暖白色照明が好きな人もいれば、涼しげな白い照明が好きな人もいる。LED照明は「調光可能」であるため、照明専門家は人間の知覚と適応性についての研究を続け、照明アプリケーションそれぞれにとって受け入れやすく、より意味のある色の領域を明確にすることができる。

ANSI C78.377と色のビニング

ANSI C78.377で推奨された色の領域とCCTの目標値を用いて、LEDメーカーがLEDをさらに小さな色の差グループに分類／整理し、それらのグループをそれぞれのIDコードでマークする工程をビニングと呼ぶ。室温で計測された後、LEDはカラービンに分類される。しかし、LEDの色の変化の反応は、LEDチップと使われているパッケージ技術によってメーカー毎に異なる。したがって、LEDを同じ色のビンから選んでも、違うメーカーであれば、LEDが高い温度で稼動している状態では、照明器具やランプの状態などで色の見え方が同じではない可能性がある。

国際的な調和

SSL標準を協調させる世界的な努力は続いている。この数ヶ月、IECはいくつかのLED照明関係の標準に前向きに取組んできた。また、ANSIに変わって米国技術顧問団（TAG）がIEC標準の開発に定期的に参加している。SSL標準がIESNA（試験分野）、ANSIとNEMA（性能分野）とUL（安全分野）によって開発される米国のアプローチと異なり、IECは、他の照明装置に使用されているものと同様、すべてのアプリケーションにおけるLED照明に関する標準規格を策定している。

IECは標準を安全と性能の二つの分野に分けている。そして、LEDモジュール、LEDランプ、LED照明器具など、集積化のレベルと形状に応じてLED照明を分類する。そこから、IECはそれぞれの集積化レベルにおいての安全と性能を明記する。また、IECはLEDが一般的な照明で使われていのるか、車の照明に使われているのか、バックライトや他のアプリケーションで使用されているか、などそれぞれの標準がすべてのアプリケーションにおいて一貫性を持つかどうかも考慮している。こうした検討はIECで取組んでいるLEDビニング標準の策定開始の一環である。

結び

LED照明規格の取組みは前進しており、現在多くの新しい規格も作られている。次の目標の一つが、規格を利用する人たちの公開教育である。新しい規格はLED部品、サブシステム、照明器具メーカーに影響し、照明デザイナー、採用決定者、市政機関、公益事業社にも影響する。つまり、SSLの採用を前進させるためにも、意識を高め、新しい規格を理解する目的で教育は重要である。

Links
「なぜ2008年がLED標準の年となったのか」（www.ledsmagazine.com/features/6/4/1）
「LED照明標準とガイドラインが作る確実な基盤」（www.ledsmagazine.com/features/6/6/7）

著者紹介
ジエンジョーン・ジアオ（Jianzhong Jiao）は独オスラムオプトセミコンダクターズ社（Osram Opto Semicondustors）のレギュレーション＆エマージングテクノロジー担当マネージャであり、LEDおよびSSLの標準化活動に積極的に関与している。

LEDJ